



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

RÍO CUARTO, 3 de mayo de 2024.

VISTO el Expediente Nro:37258-6 y el proyecto de CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO (UNRC – ARGENTINA) Y LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (ULL- ESPAÑA).

CONSIDERANDO:

Que la firma del presente acuerdo resulta de interés para nuestra institución siendo el objetivo principal el desarrollo de foto-electrocatalizadores para ser usados en diversas reacciones de relevancia en el campo de almacenamiento y generación de energía, área de corrosión en concordancia con la línea de trabajo que se desarrolla en la facultad.

Que el convenio tendrá una duración de 4 años pudiendo extenderse por 4 años más con acuerdo de las partes antes de su vencimiento.

Que todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial que cada institución ostente sobre productos, software, hardware, licencias, garantías, documentos, información, especificaciones técnicas y funcionales, que sea necesario utilizar para la ejecución de las actividades de investigación del presente Convenio, serán y seguirán siendo propiedad de cada institución.

Que, sin perjuicio de lo anterior, los resultados obtenidos en virtud o con ocasión al desarrollo de este convenio específico, les pertenecerán a las instituciones aliadas de manera conjunta.

Que las actividades de publicación y divulgación de los resultados obtenidos, se deberán hacer conforme a las políticas de propiedad intelectual y normativa de imagen institucional de cada institución; en este sentido, siempre se deberá hacer alusión a la alianza conformada por la ULL y la UNRC.

Que, si se evidencia la generación de un producto susceptible de ser protegido mediante el régimen de propiedad intelectual, incluyendo, pero sin limitarse, a una patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, know how, entre otros; las instituciones deberán de común acuerdo determinar la estrategia de protección, así como también, la forma de explotación y/o transferencia, si da lugar a ello.

Que se cuenta con el dictamen favorable de la Dirección de Asuntos Jurídicos N° 9416 con las modificaciones sugeridas, obrante a foja 28, visto de la Secretaría de Extensión y Desarrollo de UNRC, obrante a foja 29, y que deberá ser autorizado por el Consejo Superior.

Que el mismo cumple con los requisitos establecidos en las Reglamentaciones vigentes.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

Que se cuenta con el Despacho favorable de la Comisión de Investigación, Postgrado y Transferencia.

Por ello y en uso de las atribuciones conferidas por el Artículo 32 del Estatuto de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

**EL CONSEJO DIRECTIVO
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS
FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES**

R E S U E L V E:

ARTICULO 1ro.- Aprobar el **CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO (UNRC – ARGENTINA) Y LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (ULL- ESPAÑA)**, según ANEXO de la presente resolución.

ARTICULO 2do.- Elevar la presente Resolución al **CONSEJO SUPERIOR** de la **UNRC** para su tratamiento.

ARTICULO 3ro.- Regístrese, comuníquese. Tomen conocimiento las Áreas de competencia. Cumplido, archívese.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DE ESTA FACULTAD, A LOS DOS DÍAS DEL MES DE MAYO DEL AÑO DOS MIL VEINTICUATRO.

RESOLUCIÓN Nro.: 122/2024



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

ANEXO

CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO (UNRC – ARGENTINA) Y LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (ULL-ESPAÑA).

De una parte, el Rector Magnífico de la Universidad de La Laguna (ULL-España), Dr. D. Francisco Javier García Rodríguez, nombrado por Decreto 30/2023, de 20 de abril, del Presidente, (BOC nº 81 de 26 de abril de 2023), en virtud de las competencias dispuestas por el artículo 50 de la Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, del Sistema Universitario, así como por el artículo 23 de los Estatutos de la Universidad de La Laguna, aprobados por el Decreto 66/2022, de 24 de marzo, (BOC. nº 67 de 5 de abril de 2022).

De otra la Sra. Rectora de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC-Argentina), Prof. Marisa Rovera, nombrada por resolución N° 004/23 de la Junta Electoral (Res. CS. n° 017/23), de fecha 02 de mayo de 2023 y con poder para este acto a partir del 05 de mayo de 2023.

ANTECEDENTES.

El Dr. Gonzalo García Silvestro fundó La Red de Científicas/os Argentinas/os en España "RAÍCES" que depende del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina (MINCYT) (<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/raices/redes-externas/espana>) y es actualmente el coordinador técnico de dicha red. Debido a un subprograma de RAÍCES impulsado por el Dr. Gonzalo García Silvestro: "Prácticas de formación académica y profesional en el exterior para argentinos/as" (<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/raices/pfapea>), se pudo concretar la pasantía de la Dra. Paula S. Cappellari que actualmente se encuentra en curso. En la mencionada estancia se comenzó a desarrollar y estudiar distintos materiales mesoporosos metálicos como electrodos para distintas reacciones de interés en sistemas de generación, conversión y almacenamiento de energía.

Es de destacar que también se ha firmado un convenio entre la ULL y Raíces-MINCYT con fines de promocionar y mantener el programa "Prácticas de formación académica y profesional en el exterior para argentinos/as".

PRIMERA. OBJETO.

Objetivo general.

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de (foto) electrocatalizadores para ser utilizados en diversas reacciones de interés en el campo del almacenamiento y generación de energía, como así también en el campo de la corrosión. Para ello, el primer paso consistirá en generar materiales mesoporosos (MPs) de alta área superficial, alta conductividad eléctrica y elevada difusión molecular. Mientras que el segundo paso será la modificación superficial de los MPs con moléculas biomiméticas con el fin de aumentar la selectividad, incrementar la fotosensibilidad y ajustar la velocidad de la reacción bajo estudio.

Otro objetivo principal es el de realizar tareas en conjunto entre ambos equipos de trabajo resultando en el fortalecimiento de ambas partes y en el enriquecimiento científico y cultural.

Objetivos específicos.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

1. Realizar labores científicas hacia ambos laboratorios (UNR-ULL) para fomentar el trabajo cooperativo, el desarrollo de relaciones entre los investigadores, posibilitar el uso de los equipamientos disponibles en ambas instituciones y realizar tesis doctorales en conjunto (doble titulación).
2. Síntesis de materiales mesoporosos (MP) de Pt, Au, Cu, Pd, Ni, Fe y Ti de alta área superficial, alta conductividad eléctrica y gran difusión molecular para utilizarlos en ausencia y presencia de moléculas biomiméticas en reacciones de interés en el campo del almacenamiento y generación de energía, como así también en el campo de la corrosión.
3. Síntesis de moléculas biomiméticas tipo reductasa, oxidasa y/u óxido reductasa.
4. Anclaje de las moléculas biomiméticas sobre los electrodos MPs con el fin de aumentar la selectividad, incrementar la fotosensibilidad y ajustar la velocidad de la reacción bajo estudio.
5. Los materiales de los puntos 2-4 serán caracterizados por las siguientes técnicas fisicoquímicas: IR, Raman, UV-Vis, SEM, TEM, XRD, STM y AFM entre otras.
6. Estudio de la reacción de evolución de hidrógeno (HER), la reacción de oxidación de hidrógeno (HOR), reacción de reducción de oxígeno (ORR) y reacción de reducción de CO₂ sobre los materiales de los puntos 2 y 4 en un amplio rango de pH aplicando técnicas convencionales como la LSV, CV, cronoamperometría y cronopotenciometría en ausencia y presencia de radiación lumínica. Asimismo, se evaluarán los distintos electrodos empleando espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) en presencia y ausencia de oxígeno molecular.
7. Estudio de las reacciones descritas en el punto 5 sobre los catalizadores con mayor desempeño en el punto 5 aplicando técnicas in-situ no convencionales como la espectroscopía Raman, FTIRS y la espectrometría DEMS.

A este fin, las Partes acuerdan llevar adelante el Plan de Trabajo que se adjunta al presente como Anexo I.

SEGUNDA. UNIDAD EJECUTORA Y LUGAR DE TRABAJO.

La Dra. Inv. Paula S. Cappellari, pertenece al Departamento de Química, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales (Fac. Ex., Fs-Qcas y Nat.-UNRC), y al Instituto de doble dependencia UNRC-CONICET, Instituto de Investigaciones en Tecnologías Energéticas y Materiales Avanzados (IITEMA) - Argentina.

El Prof. Dr. Gonzalo García Silvestro pertenece al Área de Química Física, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Instituto de Materiales y Nanotecnología - IMN. Universidad de la Laguna; Grupo: Bioinorganic and Spectroelectrochemistry - BIOS España.

TERCERA. REPRESENTANTES TÉCNICOS Y/O COORDINADORES.

Con el fin de establecer canales permanentes y fluidos de comunicación para el cumplimiento del presente Convenio, las Partes designan los siguientes representantes técnicos y/o coordinadores:

Por la ULL: Dr. Gonzalo García Silvestro. Tel. (+34) 922318032, 922318616. ggarcia@ull.edu.es.

Dra. Ilaria Gamba. Tel. (+34) 922318032, 922318616. ilgamba@ull.edu.es

Por la UNRC: Dra. Paula S. Cappellari Tel. (+54) 93584676157. pcappellari@exa.unrc.edu.ar.

Dr. Gabriel A. Planes Tel. (+54) 93584676157 gplanes@exa.unrc.edu.ar



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

*"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"*

Dichos representantes técnicos efectuarán el seguimiento de las actividades del convenio y resolverán las posibles dudas interpretativas o de otra naturaleza que pudieran surgir durante su ejecución. De no alcanzar un acuerdo en la resolución de dudas, se estará a lo dispuesto en la Cláusula Decimoquinta.

CUARTA. APORTES DE LAS PARTES.

Las Partes se comprometen a aportar y compartir el uso de todos los recursos institucionales y de las infraestructuras científicas y técnicas a las que tienen acceso en las respectivas instituciones a las que pertenecen, así como a los recursos e infraestructuras que puedan provenir de proyectos de investigación que resulten concedidos a los grupos de investigación participantes.

QUINTA. OBLIGACIONES DE LAS PARTES.

a. Las Partes se comprometen a cumplir con el objeto del presente Convenio y desarrollar las tareas previstas en el Plan de Trabajo acordado en el Anexo I. De ser necesario realizar tareas adicionales, éstas serán objeto de un acuerdo por separado entre las Partes, según corresponda.

b. Obligaciones de la ULL- Aportar los recursos humanos detallados en el Anexo I. - Suministrar el lugar físico y la utilización del equipamiento con el que cuenta el grupo de investigación firmante con el objeto de desarrollar las tareas previstas en este Convenio.

c. Obligaciones de la UNRC. - Aportar los recursos humanos detallados en el Anexo I. - Suministrar el lugar físico y la utilización del equipamiento con el que cuenta el grupo de investigación firmante con el objeto de desarrollar las tareas previstas en este Convenio.

SEXTA. FINANCIACIÓN.

El presente no implica compromiso financiero para las Partes, quienes contribuirán al desarrollo de las acciones en las medidas de sus posibilidades presupuestarias.

SÉPTIMA. PROPIEDAD INTELECTUAL – PROPIEDAD DE LOS RESULTADOS.

Todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial que cada institución ostente sobre productos, software, hardware, licencias, garantías, documentos, información, especificaciones técnicas y funcionales, que sea necesario utilizar para la ejecución de las actividades de investigación del presente Convenio, serán y seguirán siendo propiedad de cada institución. Sin perjuicio de lo anterior, los resultados obtenidos en virtud o con ocasión al desarrollo de este convenio específico, les pertenecerán a las instituciones aliadas de manera conjunta. Por otra parte, las actividades de publicación y divulgación de los resultados obtenidos, se deberán hacer conforme a las políticas de propiedad intelectual y normativa de imagen institucional de cada institución; en este sentido, siempre se deberá hacer alusión a la alianza conformada por la ULL y la UNRC. Ahora bien, si se evidencia la generación de un producto susceptible de ser protegido mediante el régimen de propiedad intelectual, incluyendo, pero sin limitarse, a una patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, know how, entre otros; las instituciones deberán de común acuerdo determinar la estrategia de protección, así como también, la forma de explotación y/o transferencia, si da lugar a ello.

OCTAVA. INDIVIDUALIDAD Y AUTONOMÍA DE LAS PARTES. INDEMNIDAD. SEGUROS.

a. Las personas involucradas en las tareas que utilicen las instalaciones de La otra parte estarán sujetas a las normas y reglamentos internos de aplicación al caso.

b. En toda circunstancia o hecho que tenga relación con este Convenio las Partes mantendrán la individualidad y autonomía de sus respectivas estructuras técnicas y



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

administrativas y asumirán individualmente sus responsabilidades. El presente Convenio no constituye ningún tipo de sociedad, asociación o relación de dependencia o empleo entre las Partes, y por lo tanto, las Partes no serán consideradas solidariamente responsables por ninguna cuestión de responsabilidad civil o laboral en las que hayan incurrido individualmente.

c. Con respecto a los recursos humanos aportados por cada una de las Partes destinados a la ejecución del Convenio, las Partes se comprometen a mantener indemne a la otra respecto de cualquier reclamación judicial o extrajudicial que iniciaren contra la parte empleadora correspondiente, como consecuencia o relacionado con la ejecución del presente Convenio. En consecuencia, las Partes no serán responsables ante cualquier reclamación, acción y/u obligación respecto del personal dependiente y/o contratistas y/o subcontratistas de la otra Parte.

d. Cada una de las Partes se compromete a contar con las coberturas de seguro legalmente obligatorias de acuerdo a las actividades de su competencia.

e. El presente Convenio no limita el derecho de las Partes a la celebración de otros convenios semejantes con otras instituciones

NOVENA. PROHIBICIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS.

Las Partes no podrán ceder a terceros los derechos derivados del presente Convenio, sin el consentimiento previo de la otra Parte.

DÉCIMA. DIVISIBILIDAD.

Si alguna de las disposiciones del presente Convenio fuera considerada inválida, ilegal o inexigible, en la medida en que lo permita la legislación aplicable: a. Las demás disposiciones de la presente permanecerán en plena fuerza y efecto y serán interpretadas de modo tal que cumplan con la intención de las Partes en forma tan cercana como sea posible. b. Las Partes acuerdan emplear sus mejores esfuerzos para negociar una disposición, en reemplazo de la disposición considerada inválida, ilegal o inexigible, que sea consistente con la intención original de las Partes y la legislación aplicable.

UNDÉCIMA. PROPIEDAD DE LOS BIENES.

Los bienes muebles e inmuebles de las Partes afectados a la ejecución del presente Convenio que se destinen al desarrollo de los planes de trabajo, o los que pudieran agregarse y/o utilizarse en el futuro, continuarán en el patrimonio de la Parte a la que pertenecen, o con cuyos fondos hubiesen sido adquiridos, salvo determinación en contrario manifestada formalmente.

DUODÉCIMA. UTILIZACIÓN DE LOGOS, NOMBRES, MARCAS Y/O EMBLEMAS.

Cada parte deberán utilizar el logo, nombre, marca y/o emblema de la otra en toda publicación o actividad de difusión de las tareas y/o resultados del presente Convenio, teniendo prohibido su uso para otros fines.

DÉCIMO TERCERA. DURACIÓN. PRÓRROGA.

El presente Convenio tendrá una vigencia de cuatro (4) años contados a partir de la fecha de firma, pudiendo prorrogarse por otros 4 años mediante acuerdo escrito de las partes antes de su vencimiento, con entrega previa de Informes de actividades realizadas en el periodo concluido a Sec. de Extensión y Desarrollo de UNRC

DÉCIMO CUARTA. RESCISIÓN - RESOLUCIÓN SIN EXPRESIÓN DE CAUSA. OTRAS CAUSAS DE EXTINCIÓN.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

*"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"*

Las Partes acuerdan que será causa de rescisión de este Convenio el incumplimiento de las obligaciones asumidas por alguna de las Partes. El presente Convenio puede ser resuelto sin expresión de causa por cualquiera de las Partes mediante un aviso previo, por medio fehaciente, realizado con una anticipación no menor a los seis (6) meses de la fecha en que se pretende su resolución. La resolución no dará derecho a reclamar indemnización de ninguna naturaleza a ninguna de las Partes. Aparte de las ya mencionadas, el presente Convenio podrá extinguirse por causas de fuerza mayor o caso fortuito debidamente probados, o declaración judicial de nulidad del mismo. En caso de existir trabajos en curso de ejecución las Partes se comprometen a mantener en vigencia el Convenio hasta la finalización de las actividades previstas en la medida en que cuenten con suficientes recursos asignados.

DÉCIMO QUINTA. SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS.

Ante cualquier controversia derivada de la aplicación o interpretación del presente Convenio, las Partes se comprometen a agotar las medidas tendentes a poner fin al conflicto a través de sus representantes técnicos, coordinadores o sus autoridades mediante negociación directa, dado el carácter cooperativo del presente Convenio. Sólo en caso de no poder alcanzar un acuerdo será resuelta definitivamente mediante arbitraje, a través de dos árbitros nombrados, uno por la ULL y otro por la UNRC.

DÉCIMO SEXTA. COMUNICACIONES – NOTIFICACIONES.

A todos los efectos del presente Convenio, las Partes constituyen domicilio en los consignados en el encabezamiento. Las enviadas a la ULL irán dirigidas a la atención del Vicerrectorado con competencias en materia de Internacionalización (oriconve@ull.edu.es); las enviadas a UNRC irán dirigidas a la SECRETARÍA DE POSGRADO Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL (posgrado@ac.unrc.edu.ar). Las comunicaciones se considerarán efectivamente cursadas y efectuadas cuando sean recibidas por el destinatario. El presente Anexo Específico entra en vigor con la firma de las partes. En prueba de absoluta conformidad, se firma el presente documento

En Río Cuarto, a.....

Por la UNRC

La Rectora

En La Laguna, a.....

Por la ULL

El Rector

Dra. Marisa ROVERA

Dr. D Francisco J. GARCIA RODRIGUEZ



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

Anexo I: Plan de Trabajo

Título del proyecto "Fotoelectrocatalizadores biomiméticos para inhibir la corrosión e incrementar eficientemente el almacenamiento y la generación de energía limpia"

Responsables del proyecto

Por la ULL: Prof. Dr. Gonzalo García

Prof. Dra. Ilaria Gamba

Por la UNRC: Prof. Dr. [Gabriel PLANES](#)

Dra. Paula S. Cappellari

Justificación

La producción energética y la remediación ambiental se encuentran entre los problemas más importantes a los que se enfrentan las generaciones futuras. El consumo mundial de energía ha experimentado un gran crecimiento causado por el aumento de los estándares de la sociedad y su estilo de vida [1]. Por un lado, el uso de combustibles fósiles ha liberado gases de efecto invernadero, entre ellos el dióxido de carbono (CO_2) y otros contaminantes a la atmósfera originando consecuencias críticas para el medio ambiente. Por otro lado, equilibrar las emisiones de CO_2 para lograr una huella de carbono neta cero es un requisito previo para alcanzar un estado deseable de sostenibilidad. La reducción electroquímica de CO_2 a productos químicos o combustibles de valor agregado usando electricidad renovable puede ser beneficioso para el desarrollo eco-industrial [2]. En este contexto, las fuentes de energía renovables pueden ser parte de la solución para una producción de energía sostenible. Surge así la prometedora "economía del hidrógeno" que utilizará fuentes a base de productos rectificados acopladas a una pila de combustible. Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que transforma de forma directa la energía química en eléctrica. Parte de un "combustible" (generalmente hidrógeno ó derivados de alcoholes y ácidos) que se oxida en el ánodo y de un oxidante (generalmente oxígeno) que se reduce en el cátodo para producir agua y electricidad en forma de corriente continua. A diferencia de una batería, una pila de combustible sigue funcionando mientras se le suministre los reactivos.

En este sentido, el uso de electrodos a partir de materiales mesoporosos (MP) de alta área superficial, alta conductividad eléctrica y gran difusión molecular, presentan un excelente desempeño como electrocatalizadores para la electrooxidación de metanol, ácido fórmico y etanol. Asimismo, se ha reportado recientemente mediante una patente conjunta entre ambos grupos involucrados en este convenio, que estos materiales pueden llegar a ser altamente beneficiosos para inhibir la corrosión de metales. Además, estos materiales, debido a sus características indicadas anteriormente, brindan amplias oportunidades para la electro-reducción de CO_2 atmosférico a productos químicos útiles y de mayor valor económico como son el formaldehído, ácido fórmico, alcoholes, metano y CO [3].

Por otro lado, el anclaje de biomiméticos en estas superficies mesoporosas podría tener consecuencias muy interesantes como aumentar la selectividad, incrementar la fotosensibilidad y ajustar la velocidad de la reacción bajo estudio.

Para llevar a cabo este ambicioso proyecto se sintetizarán materiales de diseño novedoso modificando sus propiedades superficiales y electrónicas para la obtención de catalizadores económicos y altamente selectivos para las reacciones bajo estudio. Estos materiales híbridos cumplirán con los requisitos del catalizador en términos de alta selectividad y



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

eficiencia hacia la reacción bajo estudio, baja recombinación del portador de carga, estabilidad química, alta conductividad eléctrica y gran difusión molecular. Con este fin, se sintetizarán y emplearán catalizadores conformados por la combinación de materiales metálicos (Pt, Au, Cu, Fe y Ni) de elevada área superficial y biomiméticos altamente selectivos a la reacción bajo estudio. Una vez integrados estos materiales permitirán de forma eficiente y limpia la generación y el almacenamiento de energía, como así también la reducción de gases de efecto invernadero y la inhibición de la corrosión.

Bibliografía

- [1] World Population Prospects: The 2015 Revision" UN DESA report (2015)
[2]<https://www.who.int/sustainable-development/cities/health-risks/watersanitation/en/>
[3] a) Y. Hori, A. Murata, R. Takahashi, J. Chem. Soc., Faraday Trans. 1 1989, 85, 2309; b) S. Chen, B. Wang, J. Zhu, L. Wang, H. Ou, Z. Zhang, X. Liang, L. Zheng, L. Zhou, Y.-Q. Su, D. Wang, Y. Li, Nano Lett. 2021, 21, 7325; c) S. Chen, Y. Su, P. Deng, R. Qi, J. Zhu, J. Chen, Z. Wang, L. Zhou, X. Guo, B. Y. Xia, ACS Catal. 2020, 10, 4640.

El equipo radicado en la UNRC (Argentina), tiene sus fortalezas en la síntesis y generación de nanoestructuras metálicas y bimetálicas soportadas sobre sustratos carbonosos, como Au, Pd, Cu, Co, Pt y en el estudio y evaluación de los mismo en reacciones electro-catalíticas de interés. Además posee un laboratorio dotado con equipamiento para estudios electroquímicos, cuantificación y caracterización de nanomateriales, como así también dispone de espectrofotómetros y fluorómetros para el análisis de propiedades fotocatalíticas de los sustratos a desarrollar.

Por otro lado, el grupo multidisciplinar "BIOS" de la ULL (España) tiene gran experiencia en estudios fundamentales y aplicados sobre aquellas reacciones que ocurren en dispositivos de almacenamiento y generación de energía; como así también en la síntesis y caracterización de biomiméticos. También posee un laboratorio dotado para la síntesis y para la caracterización (foto)electroquímica de los los materiales planteados en el presente convenio.

Por ello, son equipos complementarios y es de esperar una gran sinergia entre ambos para llevar a cabo el proyecto propuesto.

Plan de trabajo

El plan de trabajo incluye las siguientes tareas:

1. Revisión de la bibliografía. El número de publicaciones en el tema es elevado y la bibliografía debe revisarse de forma continua.
2. Síntesis de materiales mesoporosos (MP) de Pt, Au, Cu, Pd, Ni, Fe y Ti de alta área superficial, alta conductividad eléctrica y gran difusión molecular para utilizarlos en ausencia y presencia de moléculas biomiméticas en reacciones de interés en el campo del almacenamiento y generación de energía, como así también en el campo de la corrosión.
3. Síntesis de moléculas biomiméticas tipo reductasa, oxidasa y/u óxido reductasa.
4. Anclaje de las moléculas biomiméticas sobre los electrodos MPs con el fin de aumentar la selectividad, incrementar la fotosensibilidad y ajustar la velocidad de la reacción bajo estudio.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

5. Los materiales de los puntos 2-4 serán caracterizados por las siguientes técnicas fisicoquímicas: IR, Raman, UV-Vis, SEM, TEM, XRD, STM y AFM entre otras.
6. Estudio de la reacción de evolución de hidrógeno (HER), la reacción de oxidación de hidrógeno (HOR), reacción de reducción de oxígeno (ORR) y reacción de reducción de CO₂ sobre los materiales de los puntos 2 y 4 en un amplio rango de pH aplicando técnicas convencionales como la LSV, CV, cronoamperometría y cronopotenciometría en ausencia y presencia de radiación lumínica. Asimismo se evaluarán los distintos electrodos empleando espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) en presencia y ausencia de oxígeno molecular.
7. Estudio de las reacciones descritas en el punto 6 sobre los catalizadores con mayor desempeño en el punto 6 aplicando la espectroscopía de fotocorriente de intensidad modulada (IMPS) y la espectroscopía de fotovoltaje de intensidad modulada (IMVS) para obtener parámetros con el transporte de electrones y la recombinación de electrones/huecos.
8. Estudio de las reacciones descritas en el punto 6 sobre los catalizadores con mayor desempeño en el punto 7 aplicando técnicas in-situ no convencionales como la espectroscopía Raman, FTIRS y la espectrometría DEMS en presencia y ausencia de radiación lumínica.

Metodología

Preparación de materiales metálicos MP:

1-Los electrodos mesoporosos^{xiii}, se obtendrán por reducción del precursor metálico por vía electroquímica (sobre un sustrato conductor), o por reducción química, en todo los casos desde una disolución acuosa de las distintas sales con el catión metálico correspondiente (H₂PtCl₆, AuCl₃, CuCl₂, FeCl₃, TiCl₄) y polietilenglicol-hexadeciléter (C₁₆EO₈), comercialmente conocido como Brij 56, a 60 °C.

Preparación de biomiméticos:

2- La producción de las moléculas biomiméticas se realizará en dos etapas: i) síntesis orgánica del ligando; ii) introducción del metal en la estructura del ligando orgánico.

Preparación del composite

3- El anclado de la molécula biomimética sobre el electrodo mesoporoso se realizará mediante electrografting, o por unión covalente vía tiol entre otros. Se buscará la formación de una monocapa adsorbida del biomimético sobre el material mesoporoso.

Caracterización fisicoquímica:

Para caracterizar los materiales preparados y establecer su relación con los parámetros y condiciones de síntesis, se emplearán las siguientes técnicas disponibles en la ULL y en la UNRC:

i. Difracción de rayos X (XRD), espectroscopía infrarroja (FTIR) y Raman: estas técnicas permitirán la caracterización estructural de los materiales sintetizados. ii. Microscopías (SEM, TEM, IL-STEM y AFM): la correcta combinación de estas técnicas permite una total descripción morfológica de los materiales obtenidos. iii. Espectroscopía fotoelectrónica de rayos X (XPS) y ultravioleta (UPS): estas técnicas se utilizarán para la caracterización superficial de las nanoestructuras: estequiometría, estado químico y la estructura electrónica de los elementos que existen en un material.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"

iv. Espectroscopías UV-Vis-Nir: se utilizará para determinar el valor del "band gap" (banda prohibida) de los nanomateriales sintetizados. Caracterización fotoelectroquímica: Las reacciones fotoelectroquímicas serán investigadas mediante técnicas electroquímicas convencionales, como la voltamperometría de barrido lineal (LSV) o cíclica (CV), electrodo de disco-anillo rotatorio (RRDE), cronoamperometría y cronopotenciometría en un amplio rango de pH en presencia y ausencia de luz solar. En este proyecto se utilizarán las técnicas espectroscópicas adaptadas a los estudios electroquímicos ya disponibles en el grupo de investigación de Bioinorganic and Spectroelectrochemistry de la Universidad de La Laguna.

Detalle del equipamiento e infraestructura de ambas partes relevantes para el proyecto

Equipamiento ULL:

ULL-BIOS: Potenciostatos/Galvanostatos (5); potenciostatos/galvanostatos con módulo de impedancia (3); Microbalanza de cuarzo (1); Sistema espectrofotofotocatalítico (1); Horno tubular (1); Horno de síntesis (1); Mufla (1); campanas de laboratorio con vitrería de síntesis (5); Generador solar (1); Balanza (1); Caja seca (1); Sputtering (1); FTIRS-ATR (1); UV-Vis (1); Fluorescencia (1). También se cuenta con todos los equipos que dispone el SEGAI. Es de destacar que el Dr. Gonzalo García Silvestro es responsable del servicio "Sistema Multitécnicas de Análisis de Superficies" del SEGAI. El grupo BIOS es interdisciplinar por lo que el know how es amplio. De una forma resumida se podría indicar que tiene know-how en los ámbitos de la química física, de la química inorgánica y de la química analítica.

Equipamiento UNRC:

Se emplearán las técnicas de voltamperometría cíclica (CV), cronoamperometría (CA), impedancia electroquímica (IE), todas disponibles en la UNRC. Los estudios de microscopía de fluorescencia se realizan en el Laboratorio de Microscopía Óptica Avanzada de la UNRC que cuenta con un microscopio de fluorescencia invertido de construcción artesanal con capacidad de detectar fotones individuales. Además se dispone de un SPM Agilent 5500 (STM/AFM) y un SEM Carl Zeiss Evo MA-10 (SEM/EDAX) para realizar análisis y caracterización de superficies. En tanto que las técnicas de TEM y SAXs se pondrán a punto en los próximos meses en el laboratorio de Nanotecnología de la UNRC.

Cronograma orientativo

Tarea 1: lo que abarca el proyecto, es decir: 0-4 años

Tarea 2: 0-2 años

Tarea 3: 0-2 años

Tarea 4: 0-2 años

Tarea 5: 0-2 años

Tarea 6: 0-2 años

Tarea 7: 1-3 años

Tarea 8: 2-4 años



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales

*"2024 - AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA,
LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD"*

Investigadores participantes

Por parte de la ULL:

ULL: Gonzalo García Silvestro (Profesor contratado doctor); Ilaria Gamba (Profesor ayudante contratado doctor); Pedro Ángel Salazar Carballo (Profesor contratado doctor); Alejandro González Orive (Profesor ayudante doctor); Soledad Carinelli (Investigador Juan de la Cierva); Maximina Luis Sunga (Estudiante de doctorado); Alexander Manuel Rodríguez Iguini (Estudiante de máster).

Por parte de la UNRC:

UNRC: Gabriel Á. Planes (Profesor doctor); Paula S. Cappellari (Investigadora Doctora); Rusbel Coneo Rodriguez (Investigador doctor); Ana Lucia Reviglio (Becaria Posdoc, Doctora); Tomás M. Mondino (Ingeniero Químico, Becario Doctoral); Daniel Antonio Cañas Martínez (Ingeniero Metalúrgico, Becario Doctoral); Ángela Viviana Torres Delgado (Ingeniera Metalúrgica, Becaria Doctoral).

Reparto de tareas

Tarea 1: Ambos equipos la desarrollarán.

Tarea 2: La síntesis será realizada en el equipo de la UNRC y la caracterización en ambos equipos.

Tarea 3: La síntesis será realizada en el equipo de la ULL y la caracterización en ambos equipos.

Tarea 4: Será realizada en el equipo de la ULL y la caracterización en ambos equipos.

Tarea 5: Será desarrollado en el equipo de la UNRC.

Tarea 6: Será desarrollado en ambos equipos.

Tarea 7: Será realizado en el equipo de la ULL.

Tarea 8: Será realizado en el equipo de la ULL.

Perspectivas de continuidad del proyecto. Es intención de ambos grupos continuar y prorrogar el proyecto.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Confeccionado el Lunes 06 de mayo de 2024 a las 10:13:14

Este documento se valida en <https://fd.unrc.edu.ar> con el identificador: **DOC-2024_122_CE UNRC -ULL-ESPANA [828957]**.

Documento firmado conforme Ley 25.506 y Resolución Rectoral 255/2014 por:



MARCELA ELENA DANIELE
Decana
Facultad de Cs. Exactas Fco. Qcas. y Nat.

MARCELA BEATRIZ MORESSI
Secretaria Técnica
Facultad de Cs. Exactas Fco. Qcas. y Nat.